Agilent 5975T LTM GC/MSD

Hydrogen Safety

Agilent Technologies

Notices

© Agilent Technologies, Inc. 2010

No part of this manual may be reproduced in any form or by any means (including electronic storage and retrieval or translation into a foreign language) without prior agreement and written consent from Agilent Technologies, Inc. as governed by United States and international copyright laws.

Manual Part Number

G4360-90011

Edition

First edition, November 2010

Printed in USA

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Safety Notices

CAUTION

A **CAUTION** notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in damage to the product or loss of important data. Do not proceed beyond a **CAUTION** notice until the indicated conditions are fully understood and met.

WARNING

A WARNING notice denotes a hazard. It calls attention to an operating procedure, practice, or the like that, if not correctly performed or adhered to, could result in personal injury or death. Do not proceed beyond a WARNING notice until the indicated conditions are fully understood and met.

Hydrogen Safety

WARNING **The use of hydrogen (H_2) as a carrier gas is potentially dangerous.**

WARNING **When using H_2 as the carrier gas or fuel gas, be aware that hydrogen gas can flow into the guard column enclosure and create an explosion hazard. Therefore, be sure that the supply is turned off until all connections are made and ensure that the inlet, MSD, and column fittings are either connected to a column or capped at all times when hydrogen gas is supplied to the instrument.**

Hydrogen is flammable. Leaks, when confined in an enclosed space, may create a fire or explosion hazard. In any application using hydrogen, leak test all connections, lines, and valves before operating the instrument. Always turn off the hydrogen supply at its source before working on the instrument.

Hydrogen is a commonly used GC carrier gas. Hydrogen is potentially explosive and has other dangerous characteristics.

- Hydrogen is combustible over a wide range of concentrations. At atmospheric pressure, hydrogen is combustible at concentrations from 4% to 74.2% by volume.
- Hydrogen has the highest burning velocity of any gas.
- Hydrogen has a very low ignition energy.
- Hydrogen that is allowed to expand rapidly from high pressure can self-ignite.
- Hydrogen burns with a nonluminous flame which can be invisible under bright light.

Dangers unique to GC/MSD operation

Hydrogen presents a number of dangers. Some are general, others are unique to GC or GC/MSD operation. Dangers include, but are not limited to:

- Combustion of leaking hydrogen.
- Combustion due to rapid expansion of hydrogen from a high-pressure cylinder.
- Accumulation of hydrogen in the guard column enclosure and subsequent combustion.
- Accumulation of hydrogen in the MSD and subsequent combustion.

Hydrogen accumulation in an MSD

WARNING **The MSD cannot detect leaks in inlet and/or detector gas streams. For this reason, it is vital that column fittings should always be either connected to a column or have a cap or plug installed.**

All users should be aware of the mechanisms by which hydrogen can accumulate (Table 1) and know what precautions to take if they know or suspect that hydrogen has accumulated. Note that these mechanisms apply to *all* mass spectrometers, including the MSD.

Table 1 Hydrogen accumulation mechanisms

Mechanism	Results
Mass spectrometer turned off	A mass spectrometer can be shut down deliberately. It can also be shut down accidentally by an internal or external failure. In an external failure, the mass spectrometer shutdown does not shut off the flow of carrier gas. As a result, hydrogen may slowly accumulate in the mass spectrometer. However, in an external power failure, the EPC will be turned off and the flow of gas stopped.

Table 1 Hydrogen accumulation mechanisms (continued)

Mechanism	Results
Mass spectrometer manual shutoff valves closed	Some mass spectrometers are equipped with manual foreline pump shutoff valves. In these instruments, the operator can close the shutoff valves. Closing the shutoff valves does not shut off the flow of carrier gas. As a result, hydrogen may slowly accumulate in the mass spectrometer.

WARNING **Once hydrogen has accumulated in a mass spectrometer, extreme caution must be used when removing it. Incorrect startup of a mass spectrometer filled with hydrogen can cause an explosion.**

WARNING **After a power failure, the mass spectrometer may start up and begin the pumpdown process by itself. This does not guarantee that all hydrogen has been removed from the system or that the explosion hazard has been removed.**

Precautions

Take the following precautions when operating a GC/MSD system with hydrogen carrier gas.

Equipment precaution

You MUST make sure the front side-plate thumbscrew is fastened finger-tight. Do not overtighten the thumbscrew; it can cause air leaks.

WARNING **Failure to secure your MSD as described above greatly increases the chance of personal injury in the event of an explosion.**

General laboratory precautions

- Avoid leaks in the carrier gas lines. Use leak-checking equipment to periodically check for hydrogen leaks.
- Eliminate from your laboratory as many ignition sources as possible (open flames, devices that can spark, sources of static electricity, etc.).
- Do not allow hydrogen from a high pressure cylinder to vent directly to atmosphere (danger of self-ignition).
- Use a hydrogen generator instead of bottled hydrogen.

Operating precautions

- Turn off the hydrogen at its source every time you shut down the instrument.
- Turn off the hydrogen at its source every time you vent the MSD (do not heat the capillary column without carrier gas flow).
- Turn off the hydrogen at its source every time shutoff valves in an MSD are closed (do not heat the capillary column without carrier gas flow).
- Turn off the hydrogen at its source if a power failure occurs.
- If a power failure occurs while the GC/MSD system is unattended, even if the system has restarted by itself:
  1. Immediately turn off the hydrogen at its source.
  2. Turn off the instrument and allow it to cool for 1 hour.
  3. Eliminate **all** potential sources of ignition in the room.
  4. Open the vacuum manifold of the MSD to atmosphere.
  5. Wait at least 10 minutes to allow any hydrogen to dissipate.
  6. Start up the instrument as normal.

When using hydrogen gas, check the system for leaks to prevent possible fire and explosion hazards based on local Environmental Health and Safety (EHS) requirements. Always check for leaks after changing a tank or servicing the gas lines. Always make sure the vent line is vented into a fume hood.

Agilent 5975T LTM CPG/DDM

Précautions relatives à l'hydrogène

Agilent Technologies

Notices

© Agilent Technologies, Inc. 2010

Conformément aux lois internationales relatives à la propriété intellectuelle, toute reproduction, tout stockage électronique et toute traduction de ce manuel, totaux ou partiels, sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit, sont interdits sauf consentement écrit préalable de la société Agilent Technologies, Inc.

Référence du manuel

G4360-93011

Edition

Première édition, novembre 2010

Imprimé aux Etats-Unis

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Avertissements de sécurité

ATTENTION

La mention **ATTENTION** signale un danger pour le matériel. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque d'endommagement de l'appareil ou de perte de données importantes. En présence de la mention **ATTENTION**, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

AVERTISSEMENT

La mention AVERTISSEMENT signale un danger pour la sécurité de l'opérateur. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque grave, voire mortel pour les personnes. En présence d'une mention AVERTISSEMENT, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

Précautions relatives à l'hydrogène

AVERTISSEMENT **L'utilisation de l'hydrogène (H_2) comme gaz vecteur présente un risque potentiel.**

AVERTISSEMENT **L'utilisation de l'hydrogène (H_2) comme gaz vecteur ou combustible engendre un risque d'explosion en cas de fuite dans le four du CPG. Lorsque l'instrument est alimenté en hydrogène, il faut donc maintenir l'alimentation fermée jusqu'à ce que tous les raccordements aient été effectués et s'assurer que les raccords de colonne côtés injecteur et DDM sont soit reliés à une colonne, soit obturés.**

L'hydrogène est hautement inflammable. Toute fuite d'hydrogène confinée dans un espace fermé peut entraîner des risques d'incendie ou d'explosion. A chaque utilisation d'hydrogène, vérifiez l'étanchéité des raccords, des canalisations et des vannes avant de vous servir de l'instrument. Avant toute intervention sur l'instrument, coupez toujours l'alimentation en hydrogène à la source.

L'hydrogène est couramment utilisé comme gaz vecteur dans les CPG. Il présente un risque d'explosion et possède d'autres caractéristiques dangereuses.

- L'hydrogène est combustible sur une large plage de concentrations. A la pression atmosphérique, il est combustible pour une concentration volumique comprise entre 4 et 74,2 %.
- De tous les gaz, l'hydrogène est celui qui présente la plus grande vitesse de combustion.
- L'hydrogène possède une très faible énergie d'inflammation.
- En cas de détente brutale, l'hydrogène peut s'enflammer spontanément.
- La flamme de l'hydrogène est peu lumineuse et peut passer inaperçue sous un bon éclairage ambiant.

Risques spécifiques de l'utilisation du chromatographe en phase gazeuse/détecteur de masse (DDM)

L'hydrogène présente de nombreux risques. Certains sont généraux, d'autres sont spécifiques de l'utilisation avec un CPG ou un système CPG/DDM. Voici une liste non exhaustive des risques potentiels :

- Inflammation de l'hydrogène qui s'échapperait suite à une fuite
- Inflammation consécutive à une détente rapide de l'hydrogène qui s'échapperait d'une bouteille à haute pression
- Combustion ou explosion de l'hydrogène qui se serait accumulé dans le four du CPG
- Combustion ou explosion de l'hydrogène qui se serait accumulé dans le DDM

Accumulation d'hydrogène dans un DDM

AVERTISSEMENT **Le DDM ne peut pas détecter les fuites qui pourraient se produire au niveau de l'injecteur ni du détecteur. C'est la raison pour laquelle il est crucial de connecter une colonne sur les raccords de colonne ou bien d'obturer ces derniers.**

Tous les utilisateurs doivent connaître les circonstances conduisant à l'accumulation de l'hydrogène (voir le Tableau 2) ainsi que les précautions à prendre en cas de suspicion ou de découverte d'une telle accumulation. On notera que toutes ces circonstances sont valables sur *tous* les spectromètres de masse, DDM compris.

Tableau 2 Circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène

Circonstances	Résultats
Arrêt du spectromètre de masse	Il est possible d'arrêter volontairement un spectromètre de masse. Celui-ci peut aussi s'arrêter fortuitement en raison d'une défaillance interne ou externe. Lors d'une défaillance externe, l'arrêt du spectromètre de masse ne coupe pas le débit de gaz vecteur. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler lentement dans le spectromètre de masse. Cependant, lors d'une défaillance externe, le système de régulation électronique de pression sera arrêté et le débit de gaz sera coupé.

Tableau 2 Circonstances permettant l'accumulation de l'hydrogène (suite)

Circonstances	Résultats
Fermeture de la vanne d'arrêt manuel du spectromètre de masse	Certains spectromètres de masse sont équipés de vannes manuelles d'arrêt des pompes primaires. L'opérateur peut fermer les vannes d'arrêt de ces instruments. La fermeture des vannes d'arrêt ne coupe pas le débit de gaz vecteur. En conséquence, de l'hydrogène peut s'accumuler lentement dans le spectromètre de masse.

AVERTISSEMENT **Une fois que de l'hydrogène s'est accumulé dans le spectromètre de masse, il faut prendre d'extrêmes précautions pour l'éliminer. Une procédure erronée de démarrage d'un spectromètre de masse rempli d'hydrogène comporte un risque d'explosion.**

AVERTISSEMENT **Après une panne secteur, un spectromètre de masse peut redémarrer et commencer la procédure d'évacuation de façon automatique. Cela ne garantit pas que tout l'hydrogène présent dans le système a été éliminé ni que tout risque d'explosion est écarté.**

Précautions à prendre

Lors du travail sur un système CPG/DDM utilisant l'hydrogène comme gaz vecteur, prenez les précautions décrites ci-dessous.

Précautions relatives à l'équipement

Il est IMPERATIF de s'assurer que la vis moletée avant de la plaque latérale est serrée à la main. Evitez de serrer exagérément la vis moletée car cela peut provoquer des fuites.

AVERTISSEMENT **Le non-respect de la procédure décrite ci-dessus pour le DDM augmente considérablement le risque de blessures corporelles en cas d'explosion.**

Précautions générales relatives au laboratoire

- Veillez à éliminer toute fuite sur les lignes de gaz vecteur. Assurez-vous périodiquement de l'absence de fuite d'hydrogène avec un détecteur de fuites.
- Eliminez le plus grand nombre possible de sources potentielles d'inflammation dans le laboratoire (flammes nues, appareils susceptibles de produire des étincelles, sources d'électricité statique, etc.).
- Ne laissez jamais l'hydrogène provenant d'une bouteille à haute pression s'échapper à l'air libre (risque d'inflammation spontanée).
- Préférez l'utilisation d'un générateur à celle d'une bouteille d'hydrogène.

Précautions d'exploitation

- Fermez l'hydrogène à sa source chaque fois que l'instrument est arrêté.
- Fermez l'hydrogène à sa source chaque fois que le DDM est mis à la pression atmosphérique ; toutefois, veillez à ne pas chauffer la colonne capillaire sans gaz vecteur.
- Fermez l'hydrogène à sa source chaque fois que les vannes d'arrêt du DDM sont fermées ; toutefois, veillez à ne pas chauffer la colonne capillaire sans gaz vecteur.
- Fermez l'hydrogène à sa source en cas de panne secteur.
- Si une panne secteur est survenue alors que le système CPG/DDM n'était soumis à aucune surveillance, et même s'il a redémarré automatiquement, effectuez la procédure suivante :

  1 Coupez immédiatement l'hydrogène à sa source.

  2 Mettez l'instrument hors tension et laissez-le refroidir pendant 1 heure.

  3 Eliminez **toutes** les sources potentielles d'inflammation présentes dans la salle.

  4 Mettez l'enceinte à vide du DDM à la pression atmosphérique.

  5 Patientez au moins 10 minutes pour que l'hydrogène se dissipe.

  6 Remettez l'instrument en marche, suivant la procédure normale.

Lors de l'utilisation d'hydrogène, contrôlez l'absence de fuite pour éviter le risque d'incendie ou d'explosion, conformément à la réglementation locale en matière d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement. Après avoir remplacé une bouteille d'hydrogène ou travaillé sur les lignes d'alimentation, vérifiez toujours que le système ne comporte pas de fuite. Assurez-vous systématiquement que la ligne de sortie est reprise par une hotte aspirante.

Agilent 5975T LTM GC/MSD

Sicurezza dell'idrogeno

Agilent Technologies

Informazioni sul documento

© Agilent Technologies, Inc. 2010

Nessuna sezione del presente manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo (inclusa la memorizzazione in un sistema elettronico di reperimento delle informazioni o la traduzione in un'altra lingua) senza previo consenso scritto di Agilent Technologies, Inc. secondo quanto stabilito dalle leggi sul diritto d'autore in vigore negli Stati Uniti d'America e in altri Paesi.

Codice del manuale

G4360-94011

Edizione

Prima edizione, novembre 2010

Stampato negli USA

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Informazioni sulla sicurezza

ATTENZIONE

La dicitura **ATTENZIONE** indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa o una prassi che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle istruzioni, potrebbe comportare danni al prodotto o la perdita di dati importanti. In presenza della dicitura **ATTENZIONE** interrompere l'attività finché le condizioni indicate non siano state perfettamente comprese e soddisfatte.

AVVERTENZA

La dicitura AVVERTENZA indica la presenza di condizioni di rischio. L'avviso richiama l'attenzione su una procedura operativa o una prassi che, se non eseguita correttamente o attenendosi scrupolosamente alle istruzioni, potrebbe causare gravi lesioni personali o la perdita della vita. In presenza della dicitura AVVERTENZA interrompere l'attività finché le condizioni indicate non siano state perfettamente comprese e soddisfatte.

Sicurezza dell'idrogeno

AVVERTENZA **L'utilizzo dell'idrogeno (H_2) come gas di trasporto è potenzialmente pericoloso.**

AVVERTENZA **Quando si utilizza H_2 come gas di trasporto o fuel gas occorre tenere presente che il flusso di idrogeno può raggiungere la colonna di guardia con conseguente rischio di esplosione. Pertanto, assicurarsi che l'erogazione sia chiusa finché non sono state effettuate tutte le connessioni e che l'iniettore, l'MSD e i raccordi della colonna siano connessi a una colonna o tappati tutte le volte che l'idrogeno viene erogato allo strumento.**

L'idrogeno è infiammabile. Eventuali fuoriuscite, se costrette in uno spazio chiuso, possono comportare rischi di incendio o di esplosione. In qualsiasi applicazione che utilizzi l'idrogeno, verificare l'assenza di fuoriuscite in ogni connessione, linea e valvola prima di mettere in funzione lo strumento. Disattivare sempre alla fonte l'erogazione di idrogeno prima di lavorare sullo strumento.

L'idrogeno è comunemente utilizzato come gas di trasporto del GC. L'idrogeno è un gas potenzialmente esplosivo e che presenta altre caratteristiche di pericolosità.

- È combustibile in una vasta gamma di concentrazioni. Alla pressione atmosferica, l'idrogeno è combustibile a concentrazioni che variano dal 4 al 74,2% per volume.
- L'idrogeno ha una velocità di combustione superiore a qualsiasi altro gas.
- L'idrogeno è caratterizzato da un'energia di ignizione estremamente bassa.
- Se ha la possibilità di espandersi rapidamente dall'alta pressione l'idrogeno può dar luogo all'autocombustione.
- L'idrogeno brucia con una fiamma non luminosa pressoché invisibile in luce diurna.

Pericoli specifici relativi al funzionamento dei sistemi GC/MSD

L'idrogeno presenta numerosi pericoli, alcuni dei quali sono di carattere generale, altri esclusivi del funzionamento dei sistemi GC o GC/MSD. I pericoli comprendono, tra gli altri:

- Combustione di fuoriuscite di idrogeno.
- Combustione dovuta alla rapida espansione dell'idrogeno da una bombola ad alta pressione.
- Accumulo di idrogeno nella colonna di guardia e successiva combustione.
- Accumulo di idrogeno nell'MSD e successiva combustione.

Accumulo di idrogeno in un sistema MSD

AVVERTENZA **L'MSD non è in grado di rilevare fuoriuscite nei flussi gassosi dell'iniettore e/o del rivelatore. Per questo motivo, è di vitale importanza che i raccordi delle colonne siano sempre collegati a una colonna o dotati di un cappuccio o di un tappo.**

Tutti gli utenti devono essere al corrente dei meccanismi che possono produrre un'accumulo di idrogeno (Tabella 3) e conoscere le precauzioni da prendere in caso di accertato o sospetto accumulo di idrogeno. Si noti che questi meccanismi valgono per *tutti* gli spettrometri di massa, incluso l'MSD.

Tabella 3 Meccanismi di accumulo dell'idrogeno

Meccanismo	Risultati
Disattivazione dello spettrometro di massa	Uno spettrometro di massa può essere spento deliberatamente, oppure anche accidentalmente a causa di un guasto interno o esterno. Quando viene a mancare la corrente, lo spegnimento dello spettrometro di massa non comporta l'interruzione del flusso del gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe lentamente accumularsi nello strumento. Tuttavia, in caso di mancanza di corrente, l'EPC verrà disattivato e il flusso di gas interrotto.

Tabella 3 Meccanismi di accumulo dell'idrogeno (segue)

Meccanismo	Risultati
Chiusura manuale delle valvole di sicurezza dello spettrometro di massa	Alcuni spettrometri di massa sono dotati di valvole di sicurezza manuali della pompa principale. In questi strumenti, l'operatore può chiudere le valvole di sicurezza. La chiusura delle valvole di sicurezza non comporta l'interruzione del flusso del gas di trasporto. Di conseguenza, l'idrogeno potrebbe lentamente accumularsi nello strumento.

AVVERTENZA **In presenza di un accumulo di idrogeno nello spettrometro di massa, è necessario rimuoverlo con estrema cautela. L'avvio non corretto di uno spettrometro di massa pieno di idrogeno può provocare un'esplosione.**

AVVERTENZA **Dopo un'interruzione di corrente, lo spettrometro di massa può avviarsi ed iniziare la procedura di messa a vuoto da solo. Tale procedura non garantisce la rimozione completa dell'idrogeno dal sistema o l'eliminazione di qualsiasi rischio di esplosione.**

Precauzioni

Per il funzionamento di un sistema GC/MSD che utilizza l'idrogeno come gas di trasporto è necessario adottare le seguenti precauzioni.

Precauzioni relative all'attrezzatura

È NECESSARIO verificare che la vite del pannello anteriore sia serrata a mano. Non stringere eccessivamente la vite, potrebbe causare fuoriuscite d'aria.

AVVERTENZA **La mancata osservanza delle indicazioni qui fornite relative al fissaggio dell'MSD aumentano notevolmente le possibilità di lesioni alle persone in caso di esplosione.**

Precauzioni generali di laboratorio

- Evitare fuoriuscite nei tubi del gas di trasporto. Utilizzare attrezzature di controllo per verificare periodicamente che non vi siano fuoriuscite di idrogeno.
- Eliminare dal laboratorio il maggior numero possibile di fonti di accensione (fiamme dirette, dispositivi che possono provocare scintille, fonti di elettricità statica, ecc.).
- Impedire che l'idrogeno contenuto in una bombola ad alta pressione si liberi direttamente nell'atmosfera (pericolo di autocombustione).
- Utilizzare un generatore di idrogeno invece delle bombole di idrogeno.

Precauzioni relative al funzionamento

- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si spegne lo strumento.
- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si esegue una procedura di ventilazione dell'MSD (non surriscaldare la colonna capillare in assenza di flusso del gas di trasporto).
- Disattivare l'idrogeno alla fonte ogni volta che si chiudono le valvole di sicurezza dell'MSD (non surriscaldare la colonna capillare in assenza di flusso del gas di trasporto).
- Disattivare l'idrogeno alla fonte in caso di interruzione di corrente.
- Se si verifica un'interruzione di corrente mentre il sistema GC/MSD non è sorvegliato, anche se il sistema si è riavviato da solo:
  1. Disattivare immediatamente l'idrogeno alla fonte.
  2. Disattivare lo strumento e lasciarlo raffreddare per 1 ora.
  3. Eliminare **tutte** le potenziali fonti di accensione presenti nella stanza.
  4. Aprire il collettore di vuoto dell'MSD all'atmosfera.
  5. Attendere 10 minuti per consentire la dissipazione dell'idrogeno.
  6. Avviare lo strumento normalmente.

Quando si utilizza l'idrogeno, verificare che non vi siano fuoriuscite nel sistema per evitare rischi di incendio e di esplosione, secondo le normative locali in materia di ambiente, salute e sicurezza. Verificare sempre l'assenza di fuoriuscite dopo aver sostituito un serbatoio o effettuato un intervento ai tubi del gas. Verificare sempre che il tubo di ventilazione sfoghi in una cappa per laboratorio.

Agilent 5975T LTM GC/MSD

Wasserstoff-Sicherheit

Agilent Technologies

Hinweise

© Agilent Technologies, Inc. 2010

Gemäß der Rechtsprechung der Vereinigten Staaten von Amerika und internationaler Gesetzgebung zum Urheberrecht darf dieses Handbuch, auch nicht auszugsweise, ohne vorherige Vereinbarung und schriftliche Genehmigung seitens Agilent Technologies, Inc. auf keine Weise mit welchen Mitteln auch immer vervielfältigt werden (einschließlich der Speicherung auf elektronischen Medien und der Übertragung oder Übersetzung in eine Fremdsprache).

Handbuch Teile-Nr.

G4360-92011

Ausgabe

Erste Ausgabe, November 2010

Gedruckt in USA

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Sicherheitshinweise

VORSICHT

VORSICHT weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Verarbeitungsprozesse, Vorgehensweisen etc. aufmerksam, die bei nicht genauer Befolgung bzw. Ausführung möglicherweise einen Schaden am Produkt oder den Verlust wichtiger Daten verursachen können. Arbeiten Sie im Falle eines Hinweises **VORSICHT** erst dann weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstehen und erfüllen.

WARNUNG

WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Verarbeitungsprozesse, Vorgehensweisen etc. aufmerksam, die bei nicht genauer Befolgung bzw. Ausführung möglicherweise Personenschäden oder Todesfälle verursachen können. Arbeiten Sie im Falle eines Hinweises WARNUNG erst dann weiter, wenn Sie die angegebenen Bedingungen vollständig verstehen und erfüllen.

Wasserstoff-Sicherheit

WARNUNG **Die Verwendung von Wasserstoff (H_2) als Trägergas birgt potenzielle Gefahren in sich.**

WARNUNG **Wenn Sie H_2 als Träger- oder Brenngas verwenden, muss Ihnen bewusst sein, dass Wasserstoffgas in das Vorsäulengehäuse des GC strömen und dort eine Explosion auslösen kann. Stellen Sie deshalb sicher, dass die Gasversorgung solange geschlossen bleibt, bis Sie alle Verbindungen hergestellt haben. Stellen Sie weiterhin sicher, dass immer, wenn dem Gerät Wasserstoffgas zugeführt wird, die Armaturen an Einlass, MSD und Säule entweder an eine Säule angeschlossen oder verschlossen sind.**

Wasserstoff ist entzündbar. In geschlossenen Räumen können undichte Stellen eine Feuer- oder Explosionsgefahr darstellen. Bei jeder Anwendung, in der Sie Wasserstoff verwenden, müssen Sie erst alle Anschlüsse, Leitungen und Ventile auf undichte Stellen untersuchen, bevor Sie mit dem Gerät arbeiten. Schalten Sie die Wasserstoffversorgung stets an ihrer Quelle aus, bevor Sie Arbeiten am Gerät vornehmen.

Wasserstoff ist ein häufig verwendetes GC-Trägergas. Wasserstoff ist potenziell explosiv und hat auch andere gefährliche Eigenschaften.

- Wasserstoff ist in vielen Konzentrationen brennbar. Bei Atmosphärendruck ist Wasserstoff in Konzentrationen von 4% bis 74,2% nach Volumen brennbar.
- Wasserstoff hat von allen Gasen die höchste Brandgeschwindigkeit.
- Wasserstoff hat eine sehr niedrige Zündenergie.
- Wasserstoff, der sich mit hohem Druck schnell ausdehnen kann, kann sich selbst entzünden.
- Wasserstoff brennt mit einer nicht leuchtenden Flamme, die in hellem Licht unter Umständen unsichtbar ist.

Gefahren im Zusammenhang mit dem GC/MSD-Betrieb

Wasserstoff birgt eine Reihe von Gefahren. Einige sind allgemeiner Natur, andere treten nur im Zusammenhang mit dem Betrieb eines GC oder GC/MSD auf. Zu den Gefahren gehören unter anderem:

- Die Verbrennung von austretendem Wasserstoff.
- Die Verbrennung aufgrund schneller Ausdehnung von Wasserstoff aus einem Hochdruckzylinder.
- Ansammlung von Wasserstoff im Vorsäulengehäuse mit anschließender Verbrennung.
- Ansammlung von Wasserstoff im MSD mit anschließender Verbrennung.

Wasserstoffansammlung in einem MSD

WARNUNG **Der MSD kann keine Lecks in Einlass- und/oder Detektorgasströmen feststellen. Aus diesem Grund ist es äußerst wichtig, dass die Säulenarmaturen entweder stets an eine Säule angeschlossen oder mit einer Kappe oder einem Stopfen verschlossen sind.**

Alle Benutzer müssen die Mechanismen kennen, die zu einer Wasserstoffansammlung führen können (Tabelle 4) und wissen, welche Vorkehrungen zu treffen sind, wenn bekannt ist oder vermutet wird, dass sich Wasserstoff angesammelt hat. Berücksichtigen Sie, dass diese Mechanismen für *alle* Massenspektrometer gelten, auch für den MSD.

Tabelle 4 Mechanismen der Wasserstoffansammlung

Mechanismus	Ergebnisse
Ausschalten des Massenspektrometers	Ein Massenspektrometer kann bewusst ausgeschaltet werden. Er kann aber auch versehentlich durch einen internen oder externen Fehler ausgeschaltet werden. Bei einem externen Fehler wird der Trägergasfluss beim Ausschalten des Massenspektrometers nicht abgestellt. Als Folge dessen ist eine allmähliche Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich. Bei einem externen Stromausfall wird der EPC jedoch ausgeschaltet und der Gasfluss gestoppt.

Tabelle 4 Mechanismen der Wasserstoffansammlung (Fortsetzung)

Mechanismus	Ergebnisse
Manuelle Schließventile des Massenspektrometers geschlossen	Einige Massenspektrometer sind mit manuellen Schließventilen für die Foreline-Pumpe ausgestattet. Bei diesen Geräten kann der Benutzer die Schließventile schließen. Durch das Schließen der Schließventile wird der Trägergasfluss nicht abgestellt. Als Folge dessen ist eine allmähliche Ansammlung von Wasserstoff im Massenspektrometer möglich.

WARNUNG **Wenn sich Wasserstoff in einem Massenspektrometer angesammelt hat, ist bei dessen Beseitigung äußerste Vorsicht geboten. Das unsachgemäße Starten eines mit Wasserstoff gefüllten Massenspektrometers kann eine Explosion verursachen.**

WARNUNG **Nach einem Stromausfall beginnt das Massenspektrometer nach dem Starten möglicherweise von selbst mit dem Abpumpen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der gesamte Wasserstoff aus dem System entfernt wurde oder dass die Explosionsgefahr gebannt ist.**

Vorschriften

Befolgen Sie die folgenden Vorschriften, wenn Sie ein GC/MSD-System mit Wasserstoff als Trägergas betreiben.

Gerätevorschriften

Sie MÜSSEN sicherstellen, dass die Flügelmutter an der vorderen Seitenplatte handfest angezogen ist. Ziehen Sie die Flügelmutter nicht zu fest an, dies kann ein Luftleck verursachen.

WARNUNG **Wenn Sie es versäumen, Ihren MSD wie oben beschrieben zu sichern, erhöht dies das Risiko eines Personenschadens im Falle einer Explosion ganz beträchtlich.**

Allgemeine Laborvorschriften

- Vermeiden Sie undichte Stellen in den Trägergasleitungen. Führen Sie regelmäßige Überprüfungen auf Wasserstofflecks mit speziellen Geräten für Undichtigkeitsprüfungen durch.
- Entfernen Sie so viele Zündquellen wie möglich aus Ihrem Labor (offene Flammen, Geräte mit möglichem Funkenflug, Quellen statischer Elektrizität, etc.).
- Sorgen Sie dafür, dass in einem Hochdruckzylinder befindlicher Wasserstoff nicht direkt in die Atmosphäre entweichen kann (Gefahr der Selbstentzündung).
- Verwenden Sie einen Wasserstoffgenerator anstelle von Wasserstoffflaschen.

Bedienvorschriften

- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie das Gerät ausschalten.
- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie den MSD entlüften (heizen Sie die Kapillarsäule nicht ohne Trägergasfluss).
- Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr jedes Mal an der Quelle ab, wenn Sie die Schließventile des MSDs schließen (heizen Sie die Kapillarsäule nicht ohne Trägergasfluss).
- Stellen Sie bei einem Stromausfall die Wasserstoffzufuhr an der Quelle ab.
- Vorgehensweise nach einem Stromausfall bei unbeobachtetem GC/MSD, auch nach einem bereits erfolgten Neustart des Systems:
  1. Stellen Sie die Wasserstoffzufuhr unverzüglich an der Quelle ab.
  2. Schalten Sie das Gerät aus, und lassen Sie es eine Stunde lang abkühlen.
  3. Entfernen Sie **alle** möglichen Zündquellen aus dem Raum.
  4. Öffnen Sie die Vakuumkammer des MSD.
  5. Warten Sie mindestens 10 Minuten, damit der gesamte Wasserstoff entweichen kann.
  6. Starten Sie das Gerät wie üblich.

Wenn Sie Wasserstoffgas verwenden, überprüfen Sie das System auf undichte Stellen, um einer möglichen Feuer- und Explosionsgefahr vorzubeugen. Beachten Sie dabei die lokalen Umweltschutz-, Gesundheits- und Sicherheitsrichtlinien. Prüfungen auf undichte Stellen sollten Sie auch immer durchführen, wenn Sie einen Tank gewechselt oder die Gasleitungen gewartet haben. Stellen Sie sicher, dass die Auslassleitung stets in eine Abzugshaube entlüftet wird.

Agilent 5975T LTM GC/MSD

Medidas de seguridad para el hidrógeno

Agilent Technologies

Avisos

© Agilent Technologies, Inc. 2010

Ninguna parte de este manual puede reproducirse en forma alguna o por medio alguno (incluido el almacenamiento y la recuperación electrónicos o la traducción a otro idioma) sin el acuerdo previo y el consentimiento por escrito de Agilent Technologies, Inc., tal y como establecen las leyes de derechos de autor internacionales y de los Estados Unidos.

Referencia del manual

G4360-95011

Edición

Primera edición, noviembre de 2010

Impreso en EE.UU.

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

Avisos de seguridad

PRECAUCIÓN

Un aviso de **PRECAUCIÓN** indica la existencia de peligro o riesgo. Llama la atención sobre una práctica, procedimiento de funcionamiento o proceso similar que, si no se realiza correctamente o no se cumple estrictamente, podría dar como resultado daños en el producto o la pérdida de datos importantes. Ante la presencia de un aviso de **PRECAUCIÓN** no debe proseguirse hasta que se hayan comprendido y cumplido todas las condiciones indicadas.

ADVERTENCIA

Un aviso de ADVERTENCIA indica la existencia de peligro o riesgo. Llama la atención sobre una práctica, procedimiento de funcionamiento o proceso similar que, si no se realiza correctamente o no se cumple estrictamente, podría dar como resultado lesiones físicas o la muerte. Ante la presencia de un aviso de tipo ADVERTENCIA no debe proseguirse hasta que se hayan comprendido y cumplido todas las condiciones indicadas.

Medidas de seguridad para el hidrógeno

ADVERTENCIA **El empleo de hidrógeno (H_2) como gas portador del GC es potencialmente peligroso.**

ADVERTENCIA **Cuando se usa H_2) como gas portador o gas combustible, hay que tener en cuenta que el gas hidrógeno puede entrar dentro de la caja de la columna de protección y generar riesgos de explosión. Por ello, hay que asegurarse de que la fuente está desactivada hasta que se hayan hecho todas las conexiones, y de que los adaptadores del inyector, del MSD y de la columna en todo momento estén, o bien conectados a una columna, o bien tapados, mientras se suministra hidrógeno al instrumento.**

El hidrógeno es inflamable. Las fugas, si ocurren en un espacio cerrado, pueden provocar un incendio o una explosión. En cualquier aplicación que utilice hidrógeno, se debe comprobar si hay fugas en las conexiones, líneas y válvulas antes de usar el instrumento. Hay que cerrar siempre el suministro de hidrógeno antes de trabajar con el instrumento.

El hidrógeno suele utilizarse como gas portador del GC. El hidrógeno tiene un carácter potencialmente explosivo, además de otras características peligrosas.

- El hidrógeno es combustible en una amplia gama de concentraciones. A presión atmosférica, es combustible a concentraciones de entre el 4 y el 74,2% por volumen.
- El hidrógeno presenta la velocidad de combustión más elevada de todos los gases.
- El hidrógeno tiene una energía de ignición muy baja.
- El hidrógeno que se expande rápidamente a alta presión puede inflamarse por sí solo.
- El hidrógeno arde con una llama no luminosa, que puede resultar invisible si la luz es brillante.

Peligros exclusivos del funcionamiento del GC/MSD

El hidrógeno presenta diversos peligros. Algunos son de tipo general, mientras que otros son exclusivos del funcionamiento del GC o el GC/MSD. Entre ellos se incluyen, aunque sin limitarse a ellos:

- Combustión de las fugas de hidrógeno.
- Combustión causada por la rápida expansión de hidrógeno desde un cilindro de alta presión.
- Acumulación de hidrógeno en la caja de la columna de protección y subsiguiente combustión.
- Acumulación de hidrógeno en el MSD y subsiguiente combustión.

Acumulación de hidrógeno en un MSD

ADVERTENCIA **El MSD no puede detectar fugas en las corrientes de entrada y/o salida de gas del detector. Por esta razón, es vital que los adaptadores de columnas estén siempre conectados a una columna o tengan un tapón instalado.**

Todos los usuarios deben ser conscientes de los mecanismos que pueden causar la acumulación de hidrógeno (Tabla 5) y estar al tanto de las precauciones a tomar si saben o sospechan que se ha acumulado hidrógeno. Estos mecanismos se aplican a *todos* los espectrómetros de masas, incluido el MSD.

Tabla 5 Mecanismos de acumulación de hidrógeno

Mecanismo	Resultados
Espectrómetro de masas apagado	Un espectrómetro de masas puede apagarse de forma deliberada. También puede desconectarse accidentalmente por un fallo interno o externo. Si se produce un fallo externo, la desconexión del espectrómetro no cierra el flujo del gas portador. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse lentamente en el espectrómetro. No obstante, si se llega a producir un fallo externo, el EPC se apaga y se detiene el flujo de gas.

Tabla 5 Mecanismos de acumulación de hidrógeno (continuación)

Mecanismo	Resultados
Válvulas de cierre manual del espectrómetro de masas cerradas	Algunos espectrómetros de masas están equipados con válvulas de cierre manual con bombas delanteras. En esos instrumentos, el operador puede cerrar las válvulas. El cierre no corta el flujo del gas portador. Como resultado, el hidrógeno puede acumularse lentamente en el espectrómetro.

ADVERTENCIA **Una vez acumulado el hidrógeno en el espectrómetro de masas, es necesario un cuidado extremo para retirarlo. La puesta en marcha de un espectrómetro lleno de hidrógeno puede causar una explosión.**

ADVERTENCIA **Tras un fallo eléctrico, el espectrómetro de masas puede ponerse en marcha y comenzar el proceso de bombeo por sí mismo. Esto no garantiza que se haya eliminado todo el hidrógeno del sistema, ni que haya desaparecido el peligro de explosión.**

Precauciones

Tome las siguientes precauciones cuando utilice un sistema GC/MSD con gas portador hidrógeno.

Precaución con el equipo

DEBE asegurarse de que el tornillo de la placa frontal esté apretado con la mano. No lo apriete excesivamente, ya que puede causar fugas de aire.

ADVERTENCIA **Si no se fija el MSD como se ha indicado con anterioridad, aumentará en gran medida el riesgo de sufrir lesiones personales en caso de una explosión.**

Precauciones generales en el laboratorio

- Evite fugas en las líneas del gas portador. Utilice con regularidad un equipo de control de fugas de hidrógeno.
- Elimine del laboratorio todas las fuentes de ignición que sea posible (llamas sin protección, dispositivos que puedan generar chispas, fuentes de electricidad estática, etc.).
- No permita la emisión de hidrógeno directamente a la atmósfera desde un cilindro de alta presión (peligro de ignición automática).
- Emplee un generador de hidrógeno en lugar de hidrógeno embotellado.

Precauciones durante el funcionamiento

- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que apague el instrumento.
- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que purgue el MSD (no caliente la columna capilar sin flujo de gas portador).
- Cierre el suministro de hidrógeno siempre que se cierren las válvulas de aislamiento de un MSD (no caliente la columna capilar sin flujo de gas portador).
- Cierre el suministro de hidrógeno si se produce un fallo eléctrico.
- Si se produce un fallo eléctrico mientras el sistema GC/MSD funciona sin supervisión, incluso si el sistema ha vuelto a ponerse en marcha por sí mismo:

  1 Cierre inmediatamente la fuente de suministro de hidrógeno.

  2 Apague el instrumento y déjelo enfriar durante 1 hora.

  3 Elimine **todas** las fuentes potenciales de ignición de la habitación.

  4 Abra el distribuidor de vacío del MSD a la atmósfera.

  5 Espere al menos 10 minutos para que se disipe el hidrógeno.

  6 Ponga en marcha el instrumento de forma normal.

Cuando use gas hidrógeno, compruebe la existencia de fugas en el sistema para evitar posibles riesgos de incendio o explosión de acuerdo con los requisitos de seguridad e higiene medioambientales. Compruebe siempre la existencia de fugas después de cambiar un depósito o reparar las líneas de gas. Asegúrese siempre de que la línea de ventilación descargue en una campana extractora.

Agilent 5975T LTM GC/MSD

水素の安全性

Agilent Technologies

注意

© Agilent Technologies, Inc. 2010

このマニュアルの内容は米国著作権法および国際著作権法によって保護されており、Agilent Technologies, Inc. の書面による事前の許可なく、このマニュアルの一部または全部をいかなる形態（電子データやデータの抽出または他国語への翻訳など）あるいはいかなる方法によっても複製することが禁止されています。

マニュアル番号

G4360-96011

エディション

第 1 版 2010 年 11 月

Printed in USA

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

安全にご使用いただくために

注意

注意は、取り扱い上、危険があることを示します。正しく実行しなかったり、指示を遵守しないと、製品を破損や重要なデータの損失にいたるおそれのある操作手順や行為に対する注意を促すマークです。指示された条件を十分に理解し、条件が満たされるまで、**注意**を無視して先に進んではなりません。

警告

警告は、取り扱い上、危険があることを示します。正しく実行しなかったり、指示を遵守しないと、人身への傷害または死亡にいたるおそれのある操作手順や行為に対する注意を促すマークです。指示された条件を十分に理解し、条件が満たされるまで、警告を無視して先に進んではなりません。

水素の安全性

警告

キャリアガスに水素（H_2）を使用すると、危険な場合があります。

警告

キャリアガスあるいは燃料ガスに水素（H_2）を使用する場合、水素ガスがガードカラム付近に流入して爆発の危険があることに注意してください。したがって、すべての接続が完了するまでは供給をオフにしてください。また水素ガスが機器に供給される時には、必ず注入口、MSD、およびカラムフィッティングにカラムが正しく取り付けられていること、または密栓されていることを確認してください。

水素は引火性の高い気体です。漏れた水素が密閉空間にとどまると、引火や爆発の危険があります。水素を使用する場合、機器を稼動させる前にすべての接続、配管、およびバルブのリークテストを実施してください。機器の作業は、必ず水素供給を元栓で止めてから実施します。

水素は GC キャリアガスとして使用されることがあります。水素は爆発の可能性があり、その他にも危険な特性を持っています。

- 水素は幅広い濃度で可燃性を示します。大気圧下では、体積中に 4% から 74.2% の濃度で可燃性を示します。
- 水素はガスの中で最も早い燃焼速度を持っています。
- 水素は非常に小さいエネルギーで発火します。
- 高圧によって急速に膨張する水素は、自然発火することがあります。
- 水素は、明るい光のもとでは見えない、非発光フレームで燃焼します。

GC/MSD 操作に特有な危険性

水素には多くの危険性があります。一般的な危険もありますが、GC あるいは GC/MSD 特有の危険もあります。次のような危険性がありますが、これがすべてではありません。

- 水素漏れによる燃焼。
- 高圧シリンダからの水素の急速な膨張による燃焼。
- ガードカラム付近の水素の蓄積とその結果起こる燃焼。
- MSD 内の水素の蓄積とその結果起こる燃焼。

MSD 内の水素の蓄積

警告

MSD は、注入口の漏れや検出器のガスの流れを検出できません。したがって、カラムフィッティングが常にカラムに取り付けられていること、またはキャップや栓が閉まっていることが非常に重要です。

すべてのユーザーは、水素が（表 6）蓄積するメカニズムに注意を払い、水素が蓄積したと疑われる場合に取るべき措置を知っておく必要があります。これらのメカニズムは、MSD をはじめ、すべての質量分析計に適用されることに注意してください。

表 6　水素蓄積メカニズム

メカニズム	結果
質量分析計がオフ	質量分析計は意図的に停止できます。内部または外部の障害によって偶発的に停止することもあります。外部の障害によって質量分析計が停止しても、キャリアガスの流入が止まることはありません。このため、水素は質量分析計に徐々に蓄積する可能性があります。ただし外部の電源障害が起こった場合、EPC はオフになるので、ガスの流入は停止します。

表 6　水素蓄積メカニズム （続き）

メカニズム	結果
質量分析計のシャットオフバルブの手動閉鎖	質量分析計の中には、フォアラインポンプの手動シャットオフバルブを備えているものがあります。これらの機器では、オペレータがシャットオフバルブを閉じることができます。シャットオフバルブが閉じても、キャリアガスの流入が止まることはありません。このため、水素は質量分析計に徐々に蓄積する可能性があります。

警告　**質量分析計に水素が蓄積してしまうと、水素を除去するときに非常に注意深い対応が必要となります。水素が充満した質量分析計を正しく開始しないと爆発の原因となる場合があります。**

警告　**電源障害から回復した後、質量分析計が起動して自動的に真空排気処理を開始する場合があります。しかし、このことは水素がシステムからすべて除去されたことや、爆発の危険が去ったことを保証するものではありません。**

トラブル防止措置

水素キャリアガスで GC/MSD を運転する場合、以下の注意事項を守ってください。

機器に関する注意

サイドプレートの前側の蝶ねじを指で確実に締めてください。蝶ねじを強く締めすぎないでください。空気漏れの原因となることがあります。

警告　**MSD の安全を上記の説明のように確保しないと、爆発によって人体に被害を与える危険性が増大します。**

実験室での一般的な注意事項

- キャリアガスラインの漏れを防いでください。リークディテクタを使用して定期的に水素漏れが発生していないか確認してください。
- 実験室から発火源（直火、火花を出す機器、静電気の発生源など）をできるだけ取り除いてください。
- 高圧ボンベから水素を直接大気に排気しないでください（自然発火の危険）。
- ビン入りの水素を使用せず、水素発生機器を使用してください。

操作上の注意事項

- 機器を停止するときは、必ず水素の元栓を締めてください。
- MSD の大気開放を行うときは、必ず水素の元栓を締めてください（キャリアガスを流さずにキャピラリカラムを熱しないでください）。
- MSD のシャットオフバルブを締めるときは、必ず水素の元栓を締めてください（キャリアガスを流さずにキャピラリカラムを熱しないでください）。
- 電源障害が発生した場合、水素の元栓を締めてください。
- GC/MSD システムが無人運転されている間に電源異常が発生した場合は、システムが自動再開始していても、以下の処置をしてください。

  1 すぐに水素の元栓を締めます。

  2 機器をオフにし、1 時間そのままにして冷却します。

  3 室内にある発火源を**すべて**取り除きます。

  4 MSD の真空マニフォールドを大気に向けて開きます。

  5 水素が拡散するまで少なくとも 10 分間待ちます。

  6 機器を通常通り開始します。

水素ガスを使用するときには、漏れがないかシステムをチェックして、環境衛生（EHS）要件に基づいて火災および爆発の危険を回避してください。常に漏れを確認してからタンクの変更やガスラインのメンテナンスをしてください。排気管が換気ドラフトに取り付けられていることを常に確認してください。

Agilent 5975T LTM GC/MSD

氢气安全

Agilent Technologies

声明

© Agilent Technologies, Inc. 2010

按照美国和国际版权法的规定，未经 Agilent Technologies, Inc. 事先同意和书面许可，不得以任何形式或采取任何手段（包括电子存储和检索或翻译成其他语言）复制本手册中的任何内容。

手册部件号

G4360-97011

版本

第一版， 2010 年 11 月

美国印刷

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Boulevard
Santa Clara, CA 95052

安全声明

小心

小心声明表示存在危险。它表示在执行某个操作步骤或操作方法时必须加以注意；如果操作不当或没有遵守相应的规程，则可能会导致产品损坏或重要数据丢失。只有完全理解并符合指定的条件时，才可以忽略**小心**声明的要求继续进行操作。

警告

警告声明表示存在危险。它表示在执行某个操作步骤或操作方法时必须加以注意；如果操作不当或没有遵守相应的规程，则可能会导致人身伤亡。只有完全理解并符合指定的条件时，才可以忽略警告声明的要求继续进行操作。

氢气安全

警告 **使用氢气 (H_2) 作为载气存在潜在的危险。**

警告 **使用氢气 (H_2) 作为载气或燃料气时，应了解氢气可能流入连接柱 外壳内，可能产生爆炸的危险。因此，应确保在所有连接均设置好之后再打开供气阀门，还应确保向仪器输送氢气时，仪器的入口、 MSD 和色谱柱接头始终与一个色谱柱相连，或始终配有封盖。**

氢气是易燃气体。如果泄漏的氢气被限制在一个封闭的空间内，可能会有燃烧或爆炸的危险。任何情况下用到氢气时，都应在操作仪器前检查所有连接、管线和阀门是否有漏气现象。维护仪器前务必始终关闭氢气的供气阀门。

氢气是一种常用的 GC 载气。氢气有潜在的爆炸危险，并具有其他的危险特性。

- 氢气在很大的浓度范围内都是易燃的。在大气压力下，氢气的体积浓度在 4% 到 74.2% 之间时是易燃的。
- 氢气的燃烧速度是所有气体中最高的。
- 氢气的点火能非常低。
- 氢气在脱离高压作用迅速膨胀时可以自燃。
- 亮光下不可见的非明火会引燃氢气。

操作 GC/MSD 的特殊危险

使用氢气存在多种危险。有些危险是一般性的，而另外一些则是操作 GC 或 GC/MSD 时所特有的。这些危险包括但不限于：

- 泄露的氢气燃烧。
- 高压气瓶中的氢气迅速膨胀时燃烧。
- 连接柱外壳内积聚了氢气并由此燃烧。
- MSD 中积聚了氢气并由此燃烧。

MSD 中积聚了氢气

警告

MSD 不能检测入口和 / 或检测器气流管道是否漏气。鉴于此原因，色谱柱接头务必与色谱柱相连，或安装有盖子或塞子，这一点是至关重要的。

所有用户都应知道造成氢气积聚的各种途径（见表 7），并应知道在确信或怀疑有氢气积聚时采取何种预防措施。请注意，这些途径适用于*所有*质谱仪（包括 MSD）。

表 7 氢气积聚途径

途径	结果
质谱仪关闭	可以是有意关闭质谱仪。也可能因内部或外部故障造成意外关闭质谱仪。如果出现外部故障，质谱仪关闭时并不会切断载气流。因此，质谱仪中会逐渐积聚氢气。但是，如果出现外部电源故障，将会关闭 EPC，并切断气流。

表 7　氢气积聚途径（续）

途径	结果
质谱仪手动断流阀关闭	有些质谱仪配有手动的前级泵断流阀。在这些仪器中，操作人员可以关闭断流阀。关闭断流阀并不会切断载气流。因此，质谱仪中会逐渐积聚氢气。

警告　**一旦质谱仪中积聚了氢气，排除时必须格外小心。错误启动充满氢气的质谱仪可能会引起爆炸。**

警告　**电源出现故障后，质谱仪可以自行启动并开始执行抽气操作。但这并不保证会排除系统中的所有氢气，也不保证不再有爆炸的危险了。**

预防措施

操作使用氢气载气的 GC/MSD 系统时应采取以下预防措施。

设备预防措施

确保用手指拧紧前部侧板上的指旋螺钉。请勿过度拧紧指旋螺钉，否则会引起漏气。

警告　**如果未按上述说明确保所用 MSD 的安全，则发生爆炸造成人身伤害的可能性会激增。**

常规实验室预防措施

- 避免载气管线漏气。使用检漏设备定期检查是否有氢气泄露现象。
- 尽量清除实验室中的所有点火源（明火、可产生火花的设备及静电等）。
- 切勿让高压气瓶中的氢气直接排入大气中（会有自燃的危险）。
- 请使用氢气发生器，而不要使用瓶装氢气。

操作预防措施

- 每次关闭仪器时都要关闭氢气源。
- 每次为 MSD 放空时都要关闭氢气源（没有载气流时，请勿加热毛细管色谱柱）。
- 每次关闭 MSD 中的断流阀时都要关闭氢气源（没有载气流时，请勿加热毛细管色谱柱）。
- 电源出现故障时，请关闭氢气源。
- 如果在 GC/MSD 系统无人值守的情况下，电源出现故障，则即使系统自己重新启动了，仍要执行以下操作：

  1 立即关闭氢气源。

  2 关闭仪器并让其冷却 1 个小时。

  3 清除室内**所有**潜在点火源。

  4 打开 MSD 真空腔体使其暴露在外。

  5 至少等待 10 分钟以散去所有氢气。

  6 正常启动仪器。

使用氢气时，请参照您当地的环境健康与安全 (EHS) 标准对系统进行检查，判断是否有漏气现象，以避免出现燃烧或爆炸的危险。更换储气罐或对供气管线进行维护后务必检查是否存在漏气现象。务必确保排气管道与通风橱相连。

Agilent Technologies

© Agilent Technologies, Inc.

Printed in USA, November 2010

G4360-90011